

## Strömungskanal für Flüssigkeiten

Die Erfindung betrifft einen Strömungskanal für Flüssigkeiten.

Flüssigkeiten oder auch Gase werden bekanntlich in den unterschiedlichsten Lebensbereichen durch unterschiedlichst gestaltete Strömungskanäle hindurchgeleitet. Zweck ist dabei häufig ein Stofftransport und/oder Energietransport. Beispiele für Strömungskanäle für Flüssigkeiten sind Rohrleitungen etwa in der Haustechnik oder Verfahrens- oder Energietechnik oder Strömungskanäle in Strömungsmaschinen wie beispielsweise Wasserturbinen oder Kläranlagen. Im biologischen Bereich sind Strömungskanäle beispielsweise in Form von Adern zum Bluttransport realisiert.

Als Stand der Technik wird an dieser Stelle allgemein auf folgende Druckschriften hingewiesen: DE 198 06 513; WO 01/18406 A1; WO 00/38591 A2; US 2,935,906 sowie US 1,958,577.

Eine entscheidende Kenngröße von Strömungen durch Strömungskanäle ist der im wesentlichen durch Reibung und Umlenkungen bedingte Strömungswiderstand, der häufig in Form von standardisierten Kennwerten wie dem Widerstandsbeiwert ausgedrückt wird. Die Berücksichtigung des Strömungswiderstandes ist für die Auslegung von Strömungskanälen wie Rohrleitungen und die Dimensionierung von Pumpen oder anderen druckerzeugenden Organen von zentraler Bedeutung.

Der Strömungswiderstand und die bei der Strömung entstehenden Reibungsverluste müssen selbstverständlich möglichst weit minimiert werden, so dass beispielsweise der erforderliche Energieaufwand zum Pumpen somit letztlich der Energieverbrauch für eine Anlage möglichst klein gehalten werden kann. Dies ist bei der Gestaltung von Strömungskanälen zu berücksichtigen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Strömungskanal für Flüssigkeiten oder auch Gase bereitzustellen, der so gestaltet ist, dass möglichst geringe Verluste bei der Strömung, insbesondere geringe Reibungsverluste auftreten. Weiteres Ziel der Erfindung ist es, einen Strömungskanal für Flüssigkeiten anzugeben, bei dem sich unterschiedliche Strömungsbereiche einstellen.

Die Erfindung löst die Aufgabe bei einem Strömungskanal der eingangs genannten Art dadurch, dass mindestens eine den Strömungskanal begrenzende Wand derart ausgebildet ist, dass sich bei Durchströmen einer Flüssigkeit mindestens ein Strömungsbereich ausbildet, der eine axiale und gleichzeitige tangentielle Strömungskomponente hat.

Überraschend hat sich bei den Versuchen ergeben, dass durch einen erfindungsgemäßen Strömungskanal aufgrund dessen Wandgestaltung wenigstens abschnittsweise eine Strömung mit axialer und tangentialer Strömungskomponente entsteht, wodurch der Strömungswiderstand gegenüber herkömmlichen Strömungskanälen signifikant verringert wird. Diese Verringerung des Strömungswiderstandes bewirkt in vorteilhafter Weise, dass die energetischen Verluste der Strömung, die Druckverluste und der Widerstandsbeiwert reduziert sind. Es ist somit eine geringere Pumpenleistung zur Erzeugung eines bestimmten Volumen- oder Massenstroms einer Flüssigkeit erforderlich, als bei herkömmlichen Strömungskanälen. Damit kann beispielsweise bei Rohrleitungen die aufzubringende Pumpenleistung deutlich verringert werden. Aber auch bei Strömungsmaschinen, Wasserkraftanlagen oder dgl. sind die Strömungsverluste erfindungsgemäß reduzierbar und somit die Wirkungsgrade erhöht.

Vorzugsweise ist bereichsweise oder vollständig eine zirkulierende Spiralströmung ausgebildet. Experimentelle Untersuchungen haben gezeigt, dass durch eine Wandgestaltung, die eine Art von zirkulierender Spiralströmung durch den Strömungskanal verursacht, geringere Strömungswiderstände und somit Strömungsverluste auftreten.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird vorgeschlagen, dass die Länge eines vollständig einmal in sich verwundenen Rohrabschnitts (Wellenlänge) in einem bestimmten Verhältnis zur Länge der kleinsten Halbie-

renden der Querschnittsfläche des Strömungskanals steht, welches im Bereich 6 bis 7, besonders bevorzugt im Bereich von 6,44 liegt. Durch die nicht zylindrische Ausbildung des Strömungsquerschnitts und einer Tordierung oder Verwindung in axialer Richtung lässt sich eine wenigstens teilweise spiralähnliche Strömung mit axialer und tangentialer Strömungskomponente mit geringem Strömungswiderstand auf konstruktiv einfache Weise verwirklichen.

Es hat sich auf aufgrund von Versuchen gezeigt, dass sich bei dem oben angegebenen Verhältnis zwischen Wellenlänge und Ausdehnung der Querschnittsfläche besonders geringe Widerstandsbeiwerte erzielen lassen. Eine konstruktiv und strömungstechnisch besonders bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die den Strömungskanal begrenzende Wand so geformt ist, dass der freie Strömungsquerschnitt des Strömungsrohres im Wesentlichen oval ist. Eine solche ovale Gestaltung bei gleichzeitiger In-Sich-Torsion des Strömungsquerschnitts lässt sich besonders gut bei einem Strömungsrohr verwirklichen.

Bei einer Weiterbildung wird vorgeschlagen, dass das Verhältnis der Länge der längeren Achse des ovalen Strömungsquerschnitts zu der Länge der kürzeren Achse des Strömungsquerschnitts deutlich größer als 1, vorzugsweise größer oder etwa  $\sqrt{2}$  ist. Auch hierdurch lassen sich die Widerstandsbeiwerte des Strömungskanals minimieren.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird vorgeschlagen, dass sich der Strömungsquerschnitt in Strömungsrichtung verjüngt oder erweitert. Dadurch lassen sich bei Beibehaltung der erfindungsgemäßen Vorteile die Strömungsverhältnisse, insbesondere die Strömungsgeschwindigkeit erhöhen bzw. verringern.

Die Erfindung löst die Aufgabe ferner bzw. wird weitergebildet durch einen Strömungskanal für Flüssigkeiten, der so ausgebildet ist, dass sich innerhalb des Kanals bei Durchströmen einer Flüssigkeit im Wesentlichen zwei Strömungsbereiche ausbilden, die sich nicht oder kaum durchdringen und die nach Art einer Doppelhelix umschlungen sind.

Durch eine solche Ausbildung des Strömungskanals und einer Strömung mit im Wesentlichen zwei Strömungsbereichen lassen sich ebenfalls geringe

Strömungswiderstände erzielen, so dass letztlich Pumpleistungen reduziert und Wirkungsgrade von Strömungsmaschinen verbessert werden. Darüber hinaus können unterschiedliche Phasen einer Strömung, etwa unterschiedliche Flüssigkeiten teilweise getrennt durch den Strömungskanal hindurch geführt werden oder trennen sich in mindestens teilweise unterschiedliche Phasen sogar bei Durchströmung des Strömungskanals. Eine solche Trennung kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass sich unterschiedliche Bestandteile einer Flüssigkeit mit unterschiedlichen Materialeigenschaften wie Dichten oder Viskositäten bevorzugt in bestimmten Bereichen des Strömungsquerschnitts bewegen, so dass eine Entmischung entstehen kann.

Der erfindungsgemäße Strömungskanal wird dadurch weitergebildet, dass sich innerhalb eines jeden Strömungsbereichs weitere Unterströmungsbereiche ausbilden, die ihrerseits wiederum miteinander verschlungen sind. Hierdurch lassen sich die Strömungsverhältnisse weiter verbessern und ggf. die zuvor beschriebenen Trenneffekte verbessern.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform wird vorgeschlagen, dass die beiden Kernströmungskanäle im Wesentlichen kreisrund ausgebildet sind und einen Hauptfluidstrom bilden, und dass in dem Bereich des Strömungsrohrs, der nicht von den Hauptstromkernen besetzt ist, sich ein oder mehrere Nebenströme ausbilden, wobei zwischen einem Hauptstrom und einem Nebenstromgebiet kein oder bevorzugt nur ein geringer Fluidaustausch stattfindet und bevorzugt im Nebenstromgebiet Fremdkörper im gesamten Fluidstrom transportiert werden. Auch auf diese Weise können sich feste und flüssige oder unterschiedliche flüssige Phasen der Strömung ausbilden.

Die Erfindung ist nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines in einem Strömungsrohr ausgebildeten Strömungskanals;

Fig. 2a – f unterschiedliche Beispiele erfindungsgemäßer Strömungskanäle;

Fig. 3 Messergebnisse von Versuchen mit erfindungsgemäßen Strömungskanälen

Fig. 4 eine in einem erfindungsgemäßen Strömungskanal schematisch dargestellte Strömung mit unterschiedlichen Strömungsbereichen und

5 Fig. 5 eine schematische Querschnittsdarstellung der in Fig. 4 dargestellten Strömung.

Figur 1 zeigt in einer Seitenansicht ein Ausführungsbeispiel eines Strömungsrohres 2, in dem ein erfindungsgemäßer Strömungskanal 4 ausgebildet ist. Durch das Rohr 2 bzw. den Strömungskanal 4 können Fluide, d. h. Flüssigkeiten oder Gase hindurchströmen. Dabei kann es sich auch um mehrphasige  
10 Strömungen mit unterschiedlichen Flüssigkeitskomponenten und mit Festkörpern, etwa Partikeln oder dgl. handeln. Auch kann beispielsweise eine dreiphasige Strömung mit flüssigen, gasförmigen und festen Komponenten durch Strömungskanal 4 hindurchströmen. Das Rohr 2 kann aus Kunststoff oder Metall gefertigt sein.

15 Das Rohr 2 ist vorzugsweise so ausgebildet, dass der Strömungsquerschnitt im Wesentlichen oval ist, wie dies in den schematischen Darstellungen gemäß Fig. 2a) und Fig. 2b) gezeigt ist. Das Rohr 2 ist, wie Fig. 1 schematisch zeigt, in axialer Richtung, d. h. in Richtung der Längsachse 3 in sich tordiert oder verwunden.

20 In dem in Fig. 1 dargestellten Abschnitt des Rohres 2 ist das Ausmaß der Torsion durch die Linie 5 veranschaulicht, die über die dargestellte Länge des Rohrabschnitts eine vollständige Drehung um 360 Grad vollführt; diese Länge einer einmaligen vollständigen Torsion wird hier auch als Wellenlänge bezeichnet. In der Seitenansicht gemäß Fig. 1 ergeben sich aufgrund des ovalen  
25 Querschnitts (Fig. 2a und 2b) und der Torsion Rohrabschnitte größerer Breite und geringerer Breite. In Fig. 2a und 2b sind die Längen der kürzeren und längeren Achsen des im Wesentlichen ovalen Strömungsquerschnitts eingetragen. Durch experimentelle Untersuchungen ist herausgefunden worden, dass das Verhältnis der Länge der längeren Achse a zu der kürzeren Achse b  
30 vorzugsweise größer oder gleich  $\sqrt{2}$  sein sollte. Die Gestaltung der Wand des in Fig. 2a dargestellten Rohres 2 ist etwas weniger gekrümmt gegenüber der Gestaltung der Wände gemäß dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 2b).

Bei Durchströmen einer Flüssigkeit durch den erfindungsgemäßen Strömungskanal 4 bildet sich in dem Strömungskanal 4 eine Strömung aus, die nicht nur eine Strömungskomponente in axialer Richtung, d. h. in Richtung der Achse 3 aufweist, sondern auch eine Strömungskomponente in tangentialer Richtung bezogen auf die Achse 3. Dies ergibt sich aus der tordierten Gestaltung des Strömungskanals 4 bzw. des Rohres 2. Diese ist in den Figuren 1 und 2a schematisch durch Pfeile 7 dargestellt. Es ergibt sich damit in dem Strömungskanal 4 im Wesentlichen eine zirkulierende, spiralförmige Strömung durch das Rohr 2.

Die in den Fig. 2c – f dargestellten alternativen Strömungsquerschnitte führen gleichermaßen zu einer erfindungsgemäßen Strömung mit einer axialen und tangentialen Strömungskomponente, mithin zu einer Art Spiralströmung in dem Strömungskanal 4. Figur 2c stellt einen rechteckigen, Fig. 2d einen quadratischen, Fig. 2e einen dreieckigen, Fig. 2 f einen achteckigen Strömungsquerschnitt dar. Auch eine sechseckige Gestaltung des Strömungsquerschnitts bzw. eines entsprechenden Strömungsrohres 2 ist erfindungsgemäß möglich. Auch diese Ausführungsbeispiele sind vorzugsweise so gestaltet, dass der Strömungsquerschnitt in axialer Richtung (Achse 3) in sich tordiert ist.

Das Verhältnis der Wellenlänge zur Länge der kleinsten Halbierenden der Querschnittsfläche des Strömungsquerschnitts 4 steht in einem bestimmten Verhältnis, welches im Bereich von 6 bis 7 liegt.

Ergebnisse experimenteller Untersuchungen mit erfindungsgemäßen Strömungskanälen sind in Fig. 3 dargestellt. Es sind Messungen der Leistung einer Pumpe mit herkömmlichen zylindrischen Rohren sowie mit erfindungsgemäßen ovalen und in sich tordierten Rohren vorgenommen worden, wobei Wasser als Flüssigkeit verwendet wurde. In der Abbildung ist auf der vertikalen Y-Achse die aufgenommene Pumpenleistung und auf der horizontalen X-Achse der Mengenstrom des Wassers durch die jeweiligen Rohre dargestellt. Kurve 8 zeigt die aufgenommene Pumpenleistung für unterschiedliche Volumenströme für herkömmliche zylindrische Rohre und Kurve 10 zeigt dem gegenüber die Pumpenleistung für unterschiedliche Volumenströme für erfindungsgemäße ovale Rohre. Die Querschnittsflächen der zylindrischen bzw. ovalen Rohre sind konstant geblieben. Es ist erkennbar, dass die aufgenom-

mene Pumpenleistung gemäß Kurve 10 für erfindungsgemäße Rohre bei gleichem Volumenstrom geringer ist als bei herkömmlichen Rohren.

Die Figuren 4 und 5 zeigen weitere erfindungsgemäße Strömungskanäle und darin sich ausbildende Strömungen mit schematischer Darstellung. Bei einer  
5 Verdrillung eines Strömungskanals bezogen auf die schematisch angedeutete Längsachse 3 eines Strömungskanals bilden sich bei Durchströmen einer Flüssigkeit zunächst im Wesentlichen zwei größere Strömungsbereiche 12, 14 auf, die im Verlauf der Strömung umschlungen sind nach Art einer Doppel-Helix. Die Durchmischung der Bereiche 12, 14 ist gering. Innerhalb jedes  
10 Strömungsbereichs 12, 14 bilden sich Unterströmungsbereiche 16, 18 bzw. 20, 22 aus, die ihrerseits wiederum nach Art einer Doppel-Helix umschlungen sind. In diesen Unterströmungsbereichen 16 – 22 können sich wiederum ihrerseits miteinander verschlungene Unterströmungsbereiche ausbilden.

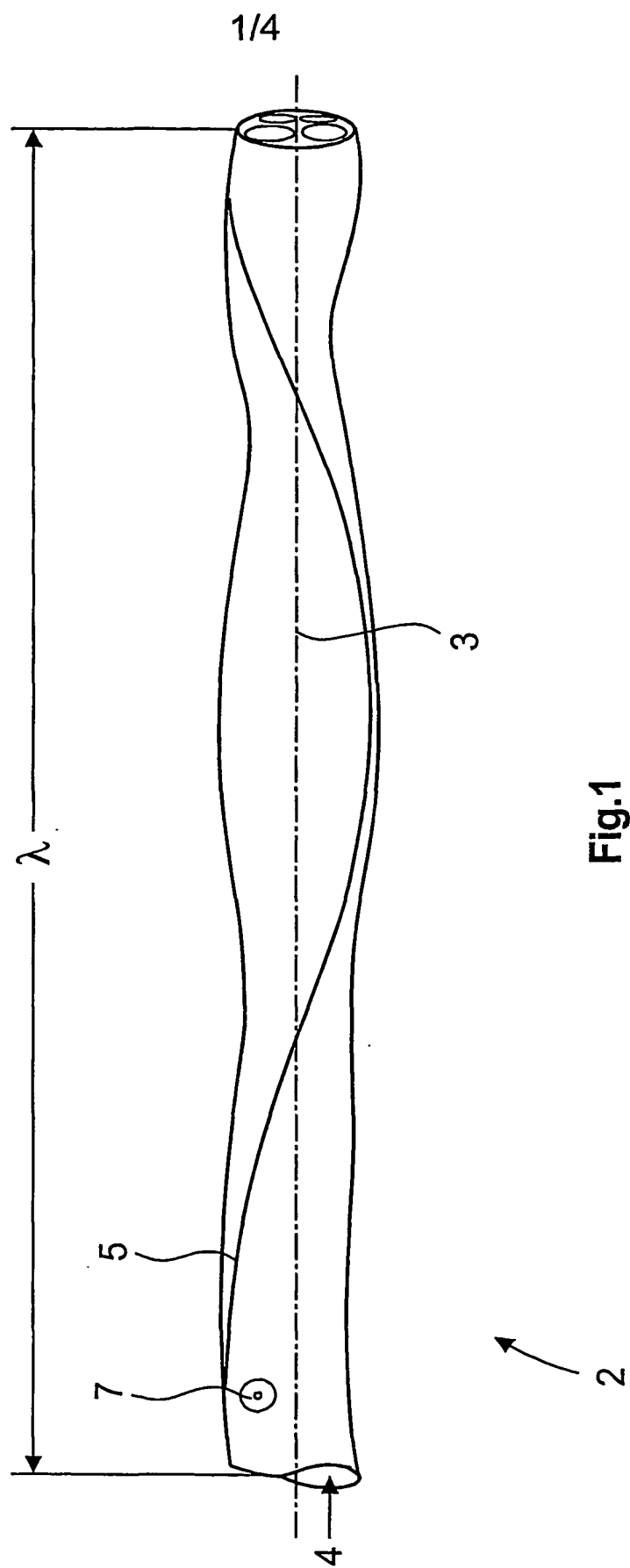
Wie die Figuren veranschaulichen, sind die beiden Haupt-Strömungsbereiche  
15 oder Kernströmungskanäle 12, 14 im Wesentlichen rund im Querschnitt ausgebildet. Benachbart zu den Kernströmungskanälen 12, 14 können sich Nebenströme oder Nebenstrombereiche 24, 26 ausbilden, in denen sich ggf. bestimmte Komponenten, beispielsweise feste Bestandteile ansammeln können. Auf diese Weise ist eine Trennung von Bestandteilen der Flüssigkeit möglich.

Ansprüche

1. Strömungskanal für Flüssigkeiten,  
dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine den Strömungskanal begren-  
zende Wand derart ausgebildet ist, dass sich bei Durchströmen einer Flüssig-  
5 keit mindestens ein Strömungsbereich ausbildet, der eine axiale und gleichzei-  
tige tangentielle Strömungskomponente hat.
2. Strömungskanal nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Wand derart ausgebildet ist, dass sich be-  
10 reichsweise oder vollständig eine zirkulierende Spiralströmung ausbildet.
3. Strömungskanal nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, dass der Strömungsquerschnitt des Strömungskana-  
ls nicht zylindrisch und in axialer Richtung in sich tordiert ist, so dass sich  
15 bei Durchströmen der Flüssigkeit mindestens bereichsweise eine spiralförmige  
Strömung einstellt.
4. Strömungskanal nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Länge eines vollständig einmal in sich ver-  
20 wundenen Rohrabschnitts (Wellenlänge) in einem bestimmten Verhältnis zu  
der Länge der kleinsten Halbierenden der Querschnittsfläche des Strömungs-  
kanals steht, welches im Bereich 6 bis 7, besonders bevorzugt im Bereich von  
6,44 liegt.
- 25 5. Strömungskanal für Flüssigkeiten, insbesondere nach einem der vorste-  
henden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass die den Strömungskanal begrenzende Wand  
so geformt ist, dass der freie Strömungsquerschnitt des Strömungsrohres im  
Wesentlichen oval ist.  
30
6. Strömungskanal nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis der Länge der längeren Achse  
des ovalen Strömungsquerschnitts zu der kürzeren Achse des Strömungs-  
querschnitts größer als 1, vorzugsweise größer oder gleich  $\sqrt{2}$  ist.



7. Strömungskanal nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Strömungsquerschnitt sich in Strömungsrichtung verjüngt.
- 5 8. Strömungskanal nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Strömungsquerschnitt sich in Strömungsrichtung erweitert.
9. Strömungskanal nach mindestens einem der vorstehenden Ansprüche,  
10 dadurch gekennzeichnet, dass der Strömungsquerschnitt viereckig, dreieckig, sechseckig oder achteckig ist.
10. Strömungskanal nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass er als Rohr ausgebildet ist.
- 15 11. Strömungskanal für Flüssigkeiten, insbesondere nach einem der vorstehenden Ansprüche wobei der Strömungskanal so ausgebildet ist, dass sich innerhalb des Kanals bei Durchströmen einer Flüssigkeit im Wesentlichen zwei Strömungsbereiche ausbilden, die sich nicht oder kaum durchdringen  
20 und die nach Art einer Doppelhelix umschlungen sind.
12. Strömungskanal nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass sich innerhalb eines jeden Strömungsbereichs weitere Unterströmungsbereiche ausbilden, die ihrerseits wiederum miteinander verschlungen sind.  
25
13. Strömungskanal nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Kernströmungskanäle im Wesentlichen im Querschnitt kreisförmig ausgebildet sind und einen  
30 Hauptfluidstrom bilden, und dass in dem Bereich des Strömungsrohrs, der nicht von den Hauptstromkernen besetzt ist, sich ein oder mehrere Nebenströme ausbilden, wobei zwischen einem Hauptstrom und einem Nebenstromgebiet kein oder bevorzugt nur ein geringer Fluidaustausch stattfindet und bevorzugt im Nebenstromgebiet Fremdkörper im gesamten  
35 Fluidstrom transportiert werden.



2/4

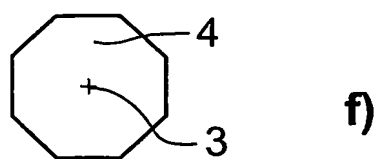
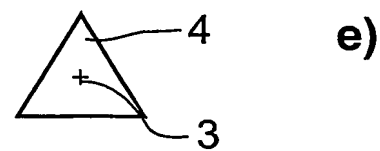
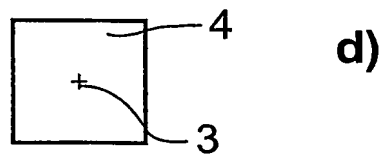
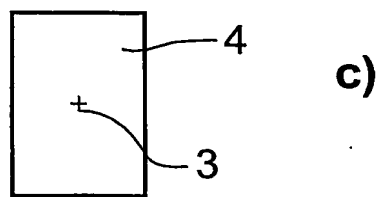
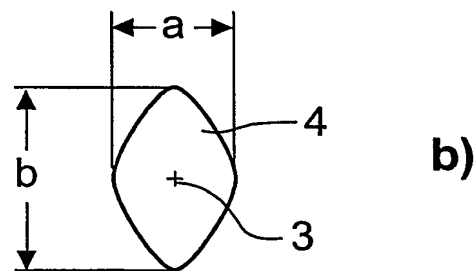
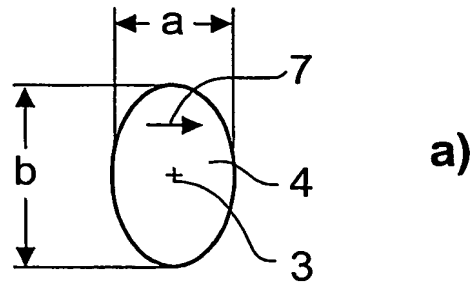


Fig.2

3/4

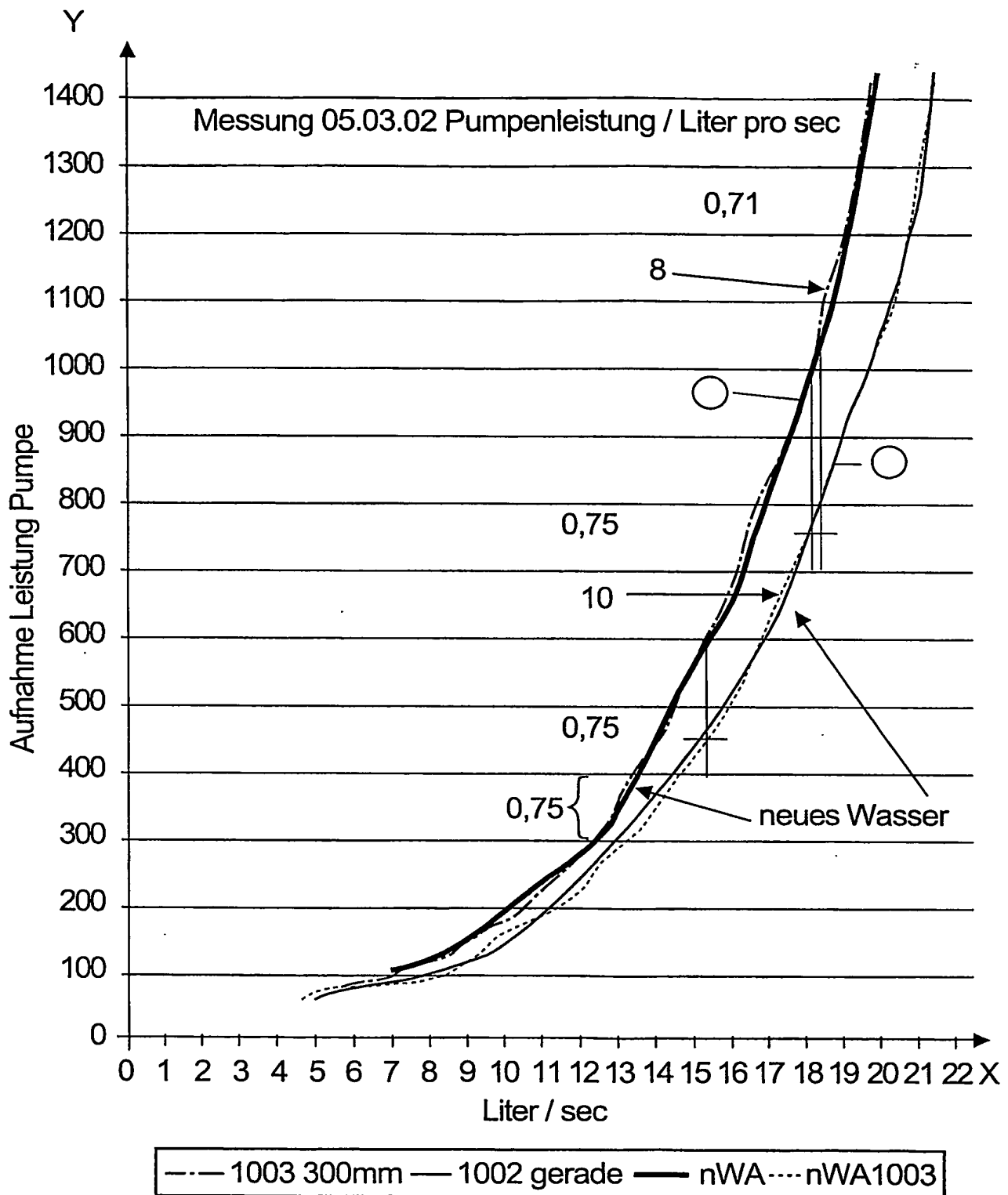
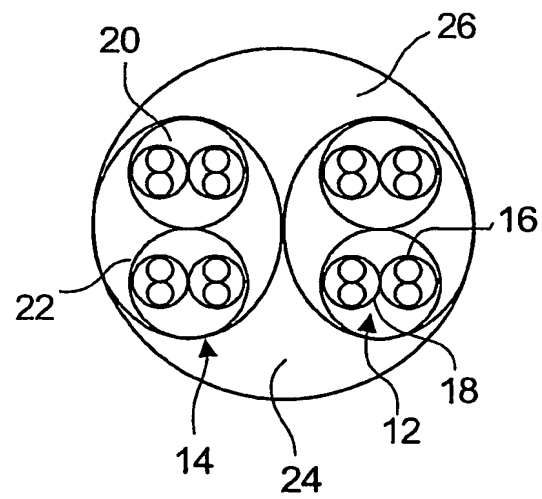
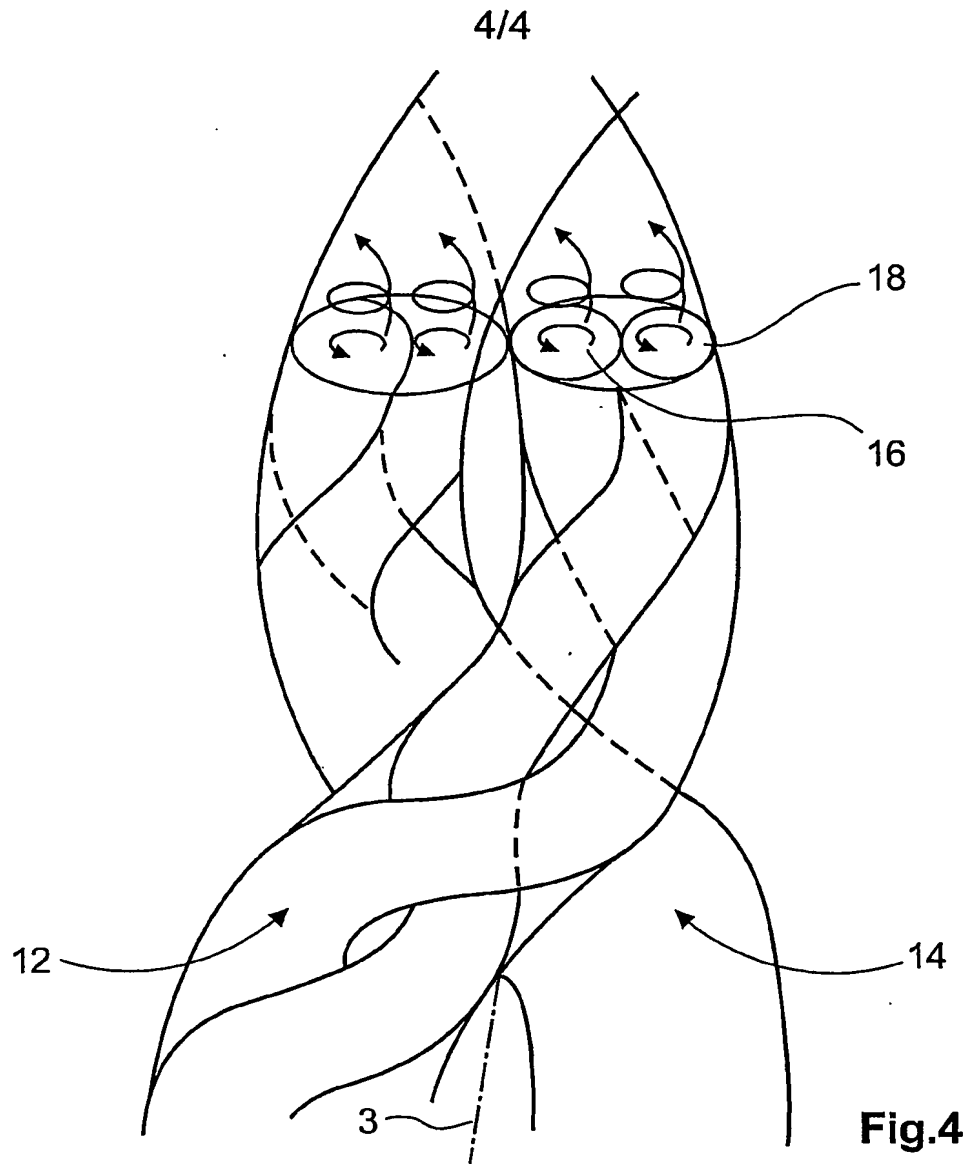


Fig.3



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/002961

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 F15D1/06 F15D1/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F15D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 924 456 A (SIMON JEAN-MICHEL) 20 July 1999 (1999-07-20) the whole document	1-3
X	DE 21 56 578 A (KAUDER KNUT DR ING) 24 May 1973 (1973-05-24) the whole document	1-3
X	WO 00/38591 A (DICK JOHN BRUCE CAMERON ; HOUSTON JOHN GRAEME (GB); STONEBRIDGE PETER) 6 July 2000 (2000-07-06) the whole document	1-3
X	DE 25 10 169 A (ALBERT ZIEGLER KG) 16 September 1976 (1976-09-16) page 2, paragraph 2 - page 4, paragraph 3; claim 1	1
	----- -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 October 2004

Date of mailing of the international search report

09/12/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3018

Authorized officer

Staengl, G

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/002961

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 224 814 A (DONALD FISHER CHESTER) 21 December 1965 (1965-12-21) column 2, line 39 - column 5, line 2 -----	1,2
X	FR 1 002 454 A (SCHNELLBAU TECHNIK G M B H) 6 March 1952 (1952-03-06) page 1, paragraph 4 - page 2, paragraph 14 -----	1,2
X	AT 134 543 B (SCHAUBERGER VIKTOR) 25 August 1933 (1933-08-25) the whole document -----	1,2
A	GB 409 528 A (AEROL ENGINE CORP) 3 May 1934 (1934-05-03) page 1, line 57 - page 2, line 18 -----	1-13
A	WO 90/15256 A (AEROSEP SOCIETE ANONYME) 13 December 1990 (1990-12-13) claims 1-5 -----	1-13
A	GB 2 192 966 A (SHELL INT RESEARCH) 27 January 1988 (1988-01-27) figure 1 -----	1-13
A	BIRD, STEWART, LIGHTFOOT: "Transport Phenomena" 1960, JOHN WILEY & SONS, AISCOSIN, XP002301993 page 153 - page 179 -----	1-13
A	SPALDING, TABOREK: "Heat Exchanger Design Handbook" 1983, HEMISPHERE PUB. CO., DÜSSELDORF, XP002301994 pages 2.2.2-7 - pages 2.2.2-12 -----	1-13
A	JISCHA: "Konvektiver Impuls-, Wärme- und Stoffaustausch" 1982, VIEWEG, BRAUNSCHWEIG, XP002301995 page 203 - page 215 -----	1-13

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/002961

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5924456	A	20-07-1999	FR 2708327 A1 DE 69408322 D1 DE 69408322 T2 EP 0706625 A1 WO 9501529 A1 JP 8512120 T	03-02-1995 05-03-1998 30-07-1998 17-04-1996 12-01-1995 17-12-1996
DE 2156578	A	24-05-1973	DE 2156578 A1 JP 48062006 A JP 55017920 B US 3817319 A	24-05-1973 30-08-1973 15-05-1980 18-06-1974
WO 0038591	A	06-07-2000	AU 3060700 A EP 1254645 A1 EP 1139917 A2 WO 0038591 A2 JP 2002533157 T US 2004037986 A1	31-07-2000 06-11-2002 10-10-2001 06-07-2000 08-10-2002 26-02-2004
DE 2510169	A	16-09-1976	DE 2510169 A1	16-09-1976
US 3224814	A	21-12-1965	NONE	
FR 1002454	A	06-03-1952	NONE	
AT 134543	B	25-08-1933	NONE	
GB 409528	A	03-05-1934	NONE	
WO 9015256	A	13-12-1990	AU 5738390 A WO 9015256 A1	07-01-1991 13-12-1990
GB 2192966	A	27-01-1988	CA 1328040 C CN 87105321 A ,B NO 873074 A ,B, US 4843713 A US 4979296 A	29-03-1994 04-05-1988 26-01-1988 04-07-1989 25-12-1990



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/002961

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F15D1/06 F15D1/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F15D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 924 456 A (SIMON JEAN-MICHEL) 20. Juli 1999 (1999-07-20) das ganze Dokument	1-3
X	DE 21 56 578 A (KAUDER KNUT DR ING) 24. Mai 1973 (1973-05-24) das ganze Dokument	1-3
X	WO 00/38591 A (DICK JOHN BRUCE CAMERON ; HOUSTON JOHN GRAEME (GB); STONEBRIDGE PETER) 6. Juli 2000 (2000-07-06) das ganze Dokument	1-3
X	DE 25 10 169 A (ALBERT ZIEGLER KG) 16. September 1976 (1976-09-16) Seite 2, Absatz 2 - Seite 4, Absatz 3; Anspruch 1	1
	----- -/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

21. Oktober 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

09/12/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Staengl, G

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/002961

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 3 224 814 A (DONALD FISHER CHESTER) 21. Dezember 1965 (1965-12-21) Spalte 2, Zeile 39 - Spalte 5, Zeile 2	1,2
X	FR 1 002 454 A (SCHNELLBAU TECHNIK G M B H) 6. März 1952 (1952-03-06) Seite 1, Absatz 4 - Seite 2, Absatz 14	1,2
X	AT 134 543 B (SCHAUBERGER VIKTOR) 25. August 1933 (1933-08-25) das ganze Dokument	1,2
A	GB 409 528 A (AEROL ENGINE CORP) 3. Mai 1934 (1934-05-03) Seite 1, Zeile 57 - Seite 2, Zeile 18	1-13
A	WO 90/15256 A (AEROSEP SOCIETE ANONYME) 13. Dezember 1990 (1990-12-13) Ansprüche 1-5	1-13
A	GB 2 192 966 A (SHELL INT RESEARCH) 27. Januar 1988 (1988-01-27) Abbildung 1	1-13
A	BIRD, STEWART, LIGHTFOOT: "Transport Phenomena" 1960, JOHN WILEY & SONS, AISCOSIN, XP002301993 Seite 153 - Seite 179	1-13
A	SPALDING, TABOREK: "Heat Exchanger Design Handbook" 1983, HEMISPHERE PUB. CO., DÜSSELDORF, XP002301994 Seiten 2.2.2-7 - Seiten 2.2.2-12	1-13
A	JISCHA: "Konvektiver Impuls-, Wärme- und Stoffaustausch" 1982, VIEWEG, BRAUNSCHWEIG, XP002301995 Seite 203 - Seite 215	1-13

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/002961

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5924456	A	20-07-1999	FR 2708327 A1	03-02-1995
			DE 69408322 D1	05-03-1998
			DE 69408322 T2	30-07-1998
			EP 0706625 A1	17-04-1996
			WO 9501529 A1	12-01-1995
			JP 8512120 T	17-12-1996
DE 2156578	A	24-05-1973	DE 2156578 A1	24-05-1973
			JP 48062006 A	30-08-1973
			JP 55017920 B	15-05-1980
			US 3817319 A	18-06-1974
WO 0038591	A	06-07-2000	AU 3060700 A	31-07-2000
			EP 1254645 A1	06-11-2002
			EP 1139917 A2	10-10-2001
			WO 0038591 A2	06-07-2000
			JP 2002533157 T	08-10-2002
			US 2004037986 A1	26-02-2004
DE 2510169	A	16-09-1976	DE 2510169 A1	16-09-1976
US 3224814	A	21-12-1965	KEINE	
FR 1002454	A	06-03-1952	KEINE	
AT 134543	B	25-08-1933	KEINE	
GB 409528	A	03-05-1934	KEINE	
WO 9015256	A	13-12-1990	AU 5738390 A	07-01-1991
			WO 9015256 A1	13-12-1990
GB 2192966	A	27-01-1988	CA 1328040 C	29-03-1994
			CN 87105321 A ,B	04-05-1988
			NO 873074 A ,B,	26-01-1988
			US 4843713 A	04-07-1989
			US 4979296 A	25-12-1990